

Efecto del tipo de curva de lactación sobre la condición corporal de la coneja.

Casado, C., Piquer, O., Pascual, J.J.

Departamento de Ciencia Animal. Universidad Politécnica de Valencia. Apto. 2201 VALENCIA 46071

Resumen

Se estudió el efecto de la forma de la curva de lactación de 537 lactaciones pertenecientes a 134 conejas reproductoras (de la 1ª a la 5ª lactación) sobre la condición corporal de la coneja y los principales parámetros productivos ajustándolas a una función Beta-modificada. Se encontró una correlación importante entre los coeficientes de la ecuación (K, a y b) y los parámetros estudiados: a mayor ingestión de energía digestible y/o mayor peso vivo de la coneja en cada periodo de la lactación (0-21 y 21-28 días) mayor producción de leche en ese mismo periodo. El momento (principio o final de la lactación) en el que la coneja recupera reservas está también correlacionada con la mayor o menor producción de leche en ese momento. En conclusión, sería interesante conseguir sistemas de manejo que favorezcan una elevada producción de leche al inicio de la lactación (menor "a" y mayor "b") que evita una excesiva movilización de reservas al final de la lactación y una mayor supervivencia de la camada.

Abstract

537 lactations from 134 does (until the fifth lactation) were fit to a beta-modified function in order to know the effect of the lactation curve shape on the performance and body condition of reproductive rabbit does. It was found a strong correlation between the lactation curve shape (equation parameters: K, a and b) with the body condition of the reproductive does and the main productive parameters: higher energy intake and live weight in each period (0-21 days and 21-28 days of lactation) leads to higher milk production in this same period. The moment (beginning or ending of lactation) at which does improves her body condition is correlated to milk production at this moment. Furthermore it could be interesting to achieve a management which leads to a high production at the beginning of the lactation period (lower "a" and higher "b") in order to avoid an excessive mobilisation of reserves at the end of lactation and the survival of the litter.

Introducción

En las especies lecheras (vacas, ovejas, cabras..) el estudio de modelos de predicción de las curvas de lactación es muy frecuente, ya que en estos animales la predicción de dichas curvas tiene una gran variedad de aplicaciones: evaluaciones genéticas, formulación de raciones, evaluación económica de distintos esquemas de manejo, etc. (Groenewald, 1995). El modelo más conocido y utilizado para describir curvas de lactación es la función gamma incompleta o modelo de Wood (Wood, 1967), el cual está definido por tres parámetros que describen la forma de la curva.

En la mayoría de los trabajos realizados en conejas reproductoras se recogen datos sobre la producción de leche pero no sobre la forma de la curva de la lactación. Sólo encontramos en la bibliografía cuatro trabajos que estudien la curva de lactación de la coneja desde el punto de vista de la modelización. La mayoría de estos trabajos desarrollan modelos de lactación para distintas razas (McNitt y Lukefahr, 1990) o dietas (Sabater et al., 1993) basados en ecuaciones de regresión lineales cuadráticas ($y = a + bx + cx^2$), cuyos parámetros carecen de sentido biológico. Además, en los últimos años se han producido importantes cambios en la forma de la curva de lactación como consecuencia del destete (de 42 a 28 días) y el aumento del número de camada.

De la Puerta (2003) y Casado et al. (2004; datos sin publicar) han desarrollado modelos no lineales cuyos parámetros tienen un mayor sentido biológico y se ajustan más a las circunstancias actuales.

Aunque el conejo no es una especie lechera y el estudio de modelos de predicción de la curva de lactación no tiene la relevancia que en las especies lecheras, la forma de la curva de lactación podría afectar a parámetros de interés en producción -desarrollo de los gazapos (crecimiento e índice de supervivencia) durante el periodo de lactación, condición corporal de la coneja, ingestión, etc.

En el presente trabajo se ha estudiado el posible efecto de la curva de lactación, a través del estudio de los parámetros de un modelo beta modificado desarrollado con anterioridad, sobre algunas de las principales variables responsables de la productividad y condición corporal de la coneja reproductora.

Material y métodos

Animales

Para el presente trabajo se estudiaron 537 lactaciones pertenecientes a 134 conejas Nueva Zelanda X California de la 1ª a la 5ª lactación. Estas hembras híbridas provenían de 2 líneas genéticas diferentes (H1, n=67 y H2, n=67) con diferentes grados de selección genética para obtener mayor variabilidad.

Dietas

A partir del día 28 de gestación del primer ciclo reproductivo todas las conejas recibieron pienso ad libitum y tuvieron acceso libre al bebedero. Se suministraron 2 tipos de dietas, diferenciadas por el contenido energético, dieta C (n=68; ED=10,84 MJ/kg MS y PD=126 g/kg MS) y dieta E (n=66; ED=12,64 MJ/kg MS y PD=133 g/kg MS), que proporcionó al ensayo una mayor variabilidad.

Modelo

El modelo utilizado en el presente trabajo para definir la curva de lactación de la coneja es una función Beta-modificada desarrollada por Casado et al.,(2004; datos sin publicar):

$$L = K \times (D/30)^a \times (1 - (D/30))^b \quad [1]$$

donde:

- L = producción de leche (g/día)
- D = día de lactación
- K = parámetro de la ecuación que regula la altura de la curva
- a y b = parámetros de la ecuación que regulan los desplazamientos de derecha e izquierda de la curva
- $D_{\text{máx}} = (a / (a+b)) \times 30 =$ abcisa del máximo de la curva o día de máxima producción.

La elección de esta función respecto a otros modelos (función cuadrática, polinómica modificada y gamma) es consecuencia de su mejor ajuste ($R^2=0.986$) y menor error estándar, a la media total de las curvas de lactación estudiadas (Tabla 1), y su mayor capacidad para ajustarse a las curvas individuales (85% de las curvas presentan un $R^2>0,60$).

Tabla 1: Estimación de los parámetros de la ecuación para la curva de lactación media con el coeficiente de determinación R^2 , error estándar de las medias (RMSE) y el pico de lactación.

Ecuación	Parámetros			R^2	RSME	Pico de lactación	
	K	a	B			(g/día)	día
[1]	470,1559	0,4891	0,3713	0,9859	5,6485	260.85	17.05

Diseño Experimental

Las conejas se inseminaron por primera vez a los 4 meses y medio de edad y con aproximadamente 3,5 kg de peso vivo. Se comprobó el estado de la coneja por palpación abdominal a los 20 días de la primera inseminación y las que resultaron no gestantes se inseminaban de nuevo hasta conseguir palpación positiva. Las conejas lactantes se inseminaban a los 12 días tras el parto y las no preñadas se volvían a inseminar tras el destete. Las camadas se estandarizaron a 10 gazapos tras el parto y se mantuvieron constantes durante todo el periodo experimental. Los gazapos muertos se reemplazaban por otros gazapos de similar edad y peso vivo. Los gazapos se alojaban en jaulas diferentes de sus madres y se les permitía amamantarlos una vez al día por las mañanas y durante un corto periodo de tiempo.

La producción de leche se midió diariamente durante toda la lactación (28 días) a través del peso de la coneja inmediatamente antes y después de amamantar a los gazapos. La ingestión, peso vivo de las conejas y de los gazapos se midió el día del parto y los días 21 y 28 de lactación. Estos días también se realizaron ecografías de la grasa perirrenal de las conejas. A partir de las medidas por ultrasonido de la grasa perirrenal (mm) y el peso vivo de la coneja (g), se determinó el contenido de energía en la canal mediante las ecuaciones de regresión múltiple propuestas por Pascual et al. (2004) dependiendo del estado fisiológico de la coneja. La mortalidad de los gazapos se registró diariamente durante toda la lactación.

Análisis estadístico

El análisis de los datos se llevó a cabo con el programa SAS (Statistical Analysis System Institute, 1990). Los parámetros de la ecuación [1] se estimaron a partir de las curvas de lactación individuales y la curva de lactación media de todas mediante el procedimiento de regresión no lineal PROC NLIN. Los coeficientes de correlación de Pearson entre los parámetros referentes a la condición corporal y los coeficientes de la ecuación $-K$, a y b , se estudiaron mediante el procedimiento PROC CORR.

Resultados y discusión

En la Tabla 2 se muestran los coeficientes de correlación obtenidos entre los 3 parámetros del modelo utilizado (K , a y b) y los diferentes parámetros: ingestión de energía, peso vivo, grosor de la grasa perirrenal, contenido y variación de la energía corporal de la coneja en los días pertenecientes al parto y días 21 y 28 de lactación, así como con el índice de mortalidad de la camada en la primera semana de lactación.

Tabla 2. Coeficientes de correlación (r) entre los coeficientes de la ecuación y parámetros referentes a la condición corporal de la coneja ($n=537$).

VARIABLES	K	a	B
Ingestión energética 0-21 días	0.2886***	-0.1466***	0.0477
Ingestión energética 21-28 días	0.1103*	-0.1510***	-0.2879***
Peso al parto	0.0896*	-0.0791	-0.0006
Peso a los 21 días	0.1678***	0.0256	0.1308**
Peso a los 28 días	0.2314***	0.0600	0.1792***
GGP a parto	0.0852*	0.0132	0.0227
GGP a 21 días	0.0749	0.1253**	0.0510
GGP a 28 días	0.0725	0.1041*	0.0670
CEC al parto	0.0952*	-0.0759	0.0016
CEC a 21 días	0.0707	0.1244**	0.0470
CEC a 28 días	0.0747	0.1086*	0.0685
Variación de CEC 0-21 días	-0.0280	0.1525***	0.0326
Variación de CEC 21-28 días	-0.0424	-0.0848*	-0.0199
Mortalidad gazapos 1ª semana	-0.0509	0.1293**	0.0243

Nivel de significación: *** $P < 0.001$, ** $P < 0.01$, * $P < 0.05$.

GGP: grosor de la grasa perirrenal medida por ultrasonidos

CEC: contenido energético corporal de la coneja

Como se muestra en la Tabla 1, cuanto mayor es la ingestión energética las curvas presentan un coeficiente "K" mayor, lo que indica mayor producción de leche. También podemos observar que en el periodo de lactación en el que la coneja tiene mayor consumo energético, también es mayor su producción de leche en ese período. (0-21 días: "a" ($r = -0,147$); 21-28 días: "b" ($r = -0,288$)). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Xiccato et al. (1995), quienes ponen de manifiesto que un aumento de la ingestión energética de las conejas lactantes se traduce, principalmente, en un aumento de la producción de leche. De hecho, la mayor producción de leche, especialmente los primeros 21 días del periodo de lactación, cuando aumenta la ingestión de energía digestible ha sido observada también por varios autores (Sabater et al., 1993; Lebas y Fotun-Lamothe, 1996; Pascual et al., 1999; Fernández-Carmona et al., 2001).

En lo referente al peso vivo de la coneja, al igual que ocurre con la ingestión energética, se observa que un aumento de éste implica una mayor producción de leche (mayor "K"). Este hecho parece estar relacionado con el posible efecto del orden de parto sobre el peso de los animales. Así, Quevedo et al. (2004) indican que a mayor número de parto, mayor peso vivo de la coneja y mayor producción de leche.

Por otra parte, existe una correlación positiva entre el coeficiente "b" y el peso vivo de la coneja a los 28 días de lactación, lo que podría deberse a que las conejas que presentan mayor peso vivo a los 28 días probablemente estén

gestantes, y como consecuencia se observe una mayor caída de su producción de leche al final de la lactación.

La correlación positiva existente entre el coeficiente "a" y la variación del contenido energético corporal de la coneja (CEC) a los 21 días, podría indicar que las conejas que se dedican a recuperar reservas al inicio de la lactación producen menos leche en este periodo. Mientras que la correlación negativa entre "a" y la variación de CEC de 21 a 28 días podría señalar que cuando la producción de leche es elevada al final de la lactación, se produce una movilización de reservas importante.

Por último comentar el hecho de que las conejas que muestran curvas de lactación en las que el pico de producción es más tardío (mayor "a"), presentan una mayor mortalidad de los gazapos durante la primera semana de lactación; debido a que los gazapos ingieren únicamente leche materna durante los primeros 18-20 días de vida y si la producción de leche es escasa durante este periodo, el índice de mortalidad de estos es mayor. A partir de ese momento los gazapos comienzan a ingerir pienso y agua progresivamente (Maertens y De Groote, 1990; Xiccató et al., 2000), por lo que las conejas con curvas de lactación que alcancen pronto el máximo de producción y antes decaigan (mayor "b") presentarían menores índices de mortalidad de camada durante las primeras semanas de lactación.

Como conclusión, los resultados del presente trabajo muestran una clara relación entre la forma de la curva de lactación y muchos de los principales parámetros productivos y de estado corporal de la coneja reproductora. Así, podría recomendarse el desarrollo de sistemas de manejo que favorezcan la producción de leche al inicio de la lactación (menor "a" y mayor "b"), ya que de esta forma se maximiza la supervivencia de la camada y se minimiza la movilización de reservas de la coneja al final de la lactación.

Agradecimientos

Este trabajo de investigación ha sido realizado gracias a la financiación del Ministerio de Ciencia y Tecnología a través del proyecto AGL2000-0595-C03-03.

Bibliografía

- DE LA PUERTA ESCRIBANO, R., 2003. The lactation curve of reproductive primiparous rabbit does. 790101-173-050. Animal Sci. MSc Thesis. Animal Nutrition & Physiologic Department. Wageningen University and Research Centre.
- FERNÁNDEZ-CARMONA, J., QUEVEDO, F., CERVERA, C., PASCUAL, J.J., 2001. Utilización de piensos energéticos en conejas primíparas I. Parámetros productivos. XXVI Symposium de Cunicultura de ASESCU, Aveiro (Portugal). 125-135.
- GROENEWALD, P.C.N., FERREIRA, A.V., VAR DER MERME, H.J. y SLIPPERS, S.C., 1995. A mathematical model for describing and predicting the lactation curve of Merino ewes. *Animal Science*, 65: 95-101.
- LEBAS, F. y FORTUN-LAMOTHE, L., 1996. Effect of dietary energy level and origin (starch vs. oil) on performance of rabbit does and their litters average situation after 4 meanings. *Proceedings of the 6th WRC, Toulouse*, vol 1: 217-222.
- MAERTENS, L. y DE GROOTE, G., 1990. Feed intake of rabbit kits before weaning and attempts to increase it. *Journal of Applied Rabbit Research*, 13: 151-158.
- McNITT, J.I. y LUKEFAHR, S.D., 1990. Effects of breed, parity, day of lactation and number of kits on milk production of rabbits. *Journal of Animal Science*, 68: 1505-1512.
- PASCUAL, J.J., TOLOSA, C., CERVERA, C., BLAS, E. Y FERNÁNDEZ-CARMONA, J., 1999. Effect of diets with different energy content on the performance of rabbit does. *Animal Feed Science and Technology*, 81: 105-117.
- PASCUAL, J.J., BLANCO, J., PIQUER, O., QUEVEDO, F. Y CERVERA, C., 2004. Ultrasound measurements of perirenal fat thickness to estimate body condition of reproductive rabbit does at different physiological stages. *World Rabbit Science* (in press).
- QUEVEDO, F., PASCUAL J.J., MOYA, V.J., BLAS, E., 2004. Efecto del número de parto sobre la condición corporal y la productividad de las conejas lactantes. *Symposium de Cunicultura de Asescu*.
- SABATER, C., TOLOSA, C. y CERVERA, C., 1993. Factores de variación de la curva de lactación de la coneja. *Archivos de Zootecnia*, 42: 105-114.
- WOOD, P.D.P., 1967. Algebraic model of the lactation curve in cattle. *Nature, London*, 216: 164-165.
- XICCATO, G., PARIGI-BINI, R., DALLE ZOTTE, A., CARAZZOLO, A. Y COSSU, M.E., 1995. Effect of dietary energy level, addition of fat and physiological state on performance and energy balance of lactating and pregnant rabbit does. *Animal Science*, 61: 387-398.
- XICCATO, G., TROCINO, A., SARTORI, A., QUEAQUE, P.I., 2000. Early weaning rabbits effect of age and diet on weaning and post-weaning performance. *Proceeding of the 7th WRC, Valencia*, vol C: 483-490.